



72

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 3 年 4 月 2 2 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 1 1 7 6 0 1  
[ST. 10/C]: [ J P 2 0 0 3 - 1 1 7 6 0 1 ]

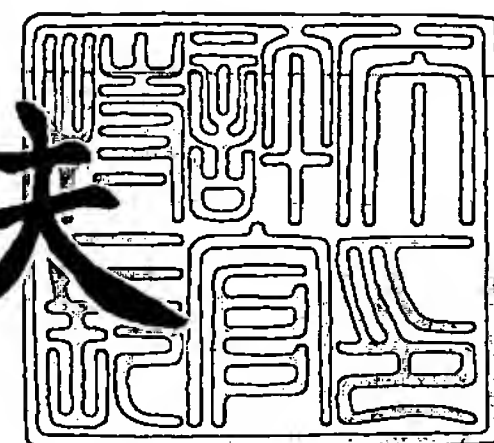
出 願 人  
Applicant(s): 松下電工株式会社  
財団法人工業技術研究院



2 0 0 3 年 8 月 1 3 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 03P00780

【提出日】 平成15年 4月22日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 23/28

【発明の名称】 半導体装置

【請求項の数】 4

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地松下電工株式会社内

    【氏名】 福井 太郎

【発明者】

    【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地松下電工株式会社内

    【氏名】 根本 知明

【発明者】

    【住所又は居所】 台湾南投縣草屯鎮南埔里 3 鄰中正路 2 6 9 號

    【氏名】 陳 凱▲其▼

【発明者】

    【住所又は居所】 台湾基隆市信義區義幸里 9 鄰中興路 6 6 號 6 樓之 1

    【氏名】 黄 淑禎

【発明者】

    【住所又は居所】 台湾新竹市東區新莊街 1 7 7 號 5 樓

    【氏名】 李 巡天

【発明者】

    【住所又は居所】 台湾新竹市東區金山里 2 鄰金山北二街 1 8 號

    【氏名】 李 宗銘

【特許出願人】

    【識別番号】 000005832

    【氏名又は名称】 松下電工株式会社

## 【特許出願人】

【識別番号】 591066063

【氏名又は名称】 財団法人工業技術研究院

## 【代理人】

【識別番号】 100087767

【弁理士】

【氏名又は名称】 西川 恵清

【電話番号】 06-6345-7777

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100085604

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 厚夫

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 053420

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004844

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 インターポーザー上に半導体素子をフェースダウンで配置すると共にフリップチップ接合して搭載した半導体装置において、半導体素子のフリップチップ接合部と反対側の面にこの面より面積の大きい金属板を接着し、半導体素子のフリップチップ接合部に形成される間隙と、半導体素子のフリップチップ接合部及び金属板との接着面以外の表面と、金属板の半導体素子との接着面以外の全表面とを、同一材料の封止樹脂で封止して成ることを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】 金属板の半導体素子との接着面と反対側の表面に複数箇所において同じ高さのスペーサ凸部を設け、スペーサ凸部の先端面を封止樹脂の表面と面一に露出させて成ることを特徴とする請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 3】 半導体素子に金属板を熱伝導性接着剤によって接着して成ることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の半導体装置。

【請求項 4】 封止樹脂の熱伝導率が  $1.2 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  以上であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、インターポーザーに半導体素子をフリップチップ実装すると共に封止樹脂で封止して形成される半導体装置に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、半導体高集積化の進展に伴い、半導体装置の I/O 数が飛躍的に増加する傾向にある。しかし、従来のリードフレームを使用した SOP (Small Outline Package) や QFP (Quad Flat Package) ではこれに対応できないので、PBGA (Plastic Ball Grid Array) 等の半導体装置が開発され、ゲートアレイやチップセット等で使用されている。図 7 (a) は PBGA の一例を示すものであ

り、インターポザー 1 に半導体素子 2 を搭載し、半導体素子 2 の電極とインターポザー 1 の端子とを金線やアルミニウム細線などのワイヤ 1 0 で接続すると共に、ワイヤ 1 0 を含めて半導体素子 2 を封止樹脂 3 で封止するようにしてある。そしてインターポザー 1 の半導体素子 2 を搭載した面と反対側の面には外部接続用の半田ボール 1 1 が設けてある。

### 【 0 0 0 3 】

一方、ゲートアレイ、チップセット、グラフィック等の分野では、I/O 数の増加や動作速度の向上が著しく、金線やアルミニウム細線を用いて接続する上記のワイヤボンディング法に代わって、電気特性に優れ、且つ I/O 数の増加にも対応が容易なフリップチップ接合の適用が望まれている。フリップチップ接合は、例えば図 7 (b) に示す C S P (Chip Scale Package) のように、半導体素子 2 に半田や金などでバンプ 6 を形成し、インターポザー 1 に半導体素子 2 をフェースダウンで搭載し、インターポザー 1 の端子にこのバンプ 6 を接合することによって、バンプ 6 と端子を金属結合によって直接、電氣的に接続するようにしたものである。そしてこの際、半導体素子 2 の表面を湿度から保護したり、バンプ 6 を機械的ストレスから保護したりするために、通常、半導体素子 2 とインターポザー 1 との間の微細な間隙を樹脂で埋めるアンダーフィルと呼ばれる封止が行なわれる。このアンダーフィルの形成は、インターポザー 1 と半導体素子 2 の間は 1 5 ~ 1 0 0  $\mu$  m 程度の微細な間隙であるので、低粘度液状材料の封止材料を毛細管現象によって注入させた後、加熱硬化させることによって、半導体素子 2 とインターポザー 1 との間隙に封止樹脂 3 a を充填させるようにして行なうのが一般的である。1 1 はインターポザー 1 に設けた外部接続用の半田ボールであり、この図 7 (b) のものは通常、F C - B G A (Flip Chip-Ball Grid Array) と呼ばれている。

### 【 0 0 0 4 】

このようにインターポザー 1 に半導体素子 2 をフリップチップ接合した半導体装置は、従来のワイヤボンディングした半導体装置に比べて、I/O 数の増加に対応が容易なだけでなく、電氣的接続の性能に優れているという利点を有する。しかし、インターポザー 1 と半導体素子 2 の間の微細な間隙に低粘度液状材

料の封止樹脂 3 a を毛細管現象で注入させるのに時間がかかるために、アンダーフィルの生産性に問題があり、また毛細管現象という自然現象に頼るために、バンプパターンやフラックス残りなどの影響を受けて低粘度液状材料の封止樹脂 3 a の流動性が変化し、ボイドがアンダーフィルに残って信頼性低下につながるおそれがあるという問題がある。さらに半導体素子 2 は背面側が露出しているので、半導体素子 2 の露出部の端面が欠けるおそれがあるなど、半導体装置をマウントする際のピックアップ性に問題を有する。

#### 【 0 0 0 5 】

また、上記のようにインターポザー 1 と半導体素子 2 の間隙に低粘度液状材料の封止樹脂 3 a でアンダーフィルを形成した後、図 7 (c) のように、半導体素子 2 の背面側にも封止樹脂 3 b をモールド成形して封止することも行なわれている。この場合には、半導体素子 2 は全面が封止樹脂 3 a, 3 b で封止されているので、ピックアップ性などの問題はなくなるが、アンダーフィル封止の工程とモールド封止の工程の両方が必要となって、生産性が一層低下するという問題があると共に、ボイドの問題はそのまま残っており、しかもアンダーフィルの封止樹脂 3 a とモールド封止の封止樹脂 3 b との間に界面ができるため、界面剥離が発生し易いなど、耐半田性などにおいて問題が新たに生じるおそれがある。

#### 【 0 0 0 6 】

そこで、減圧化が可能な成形金型を用い、半導体素子 2 をフリップチップ接合したインターポザー 1 を成形金型のキャビティ内にセットし、減圧状態でキャビティ内に封止材料を注入することによって、図 7 (d) のようにインターポザー 1 と半導体素子 2 の間の間隙に封止樹脂 3 を充填すると共に半導体素子 2 の背面や側面を封止樹脂 3 で封止するようにした半導体装置が提案されている（特許文献 1 参照）。

#### 【 0 0 0 7 】

##### 【特許文献 1】

特開平 7-7 4 1 9 4 号公報

#### 【 0 0 0 8 】

##### 【発明が解決しようとする課題】

特許文献 1 の発明では、減圧状態でモールド成形を行なうことによって、インターポザー 1 と半導体素子 2 の間の微細な間隙に封止樹脂 3 を充填することが可能になり、インターポザー 1 と半導体素子 2 の間隙と半導体素子 2 の背面や側面を同一の封止樹脂 3 で同時に封止することができるものである。従ってこのものでは封止樹脂 3 に界面が存在せず、界面剥離が発生することがなくなって、耐半田性などの信頼性を高く得ることができるものである。

#### 【 0 0 0 9 】

しかしこの図 7 (d) のものでは、半導体素子 2 は全周が封止樹脂 3 で覆われているので、半導体素子 2 からの熱放散性が低く、半導体装置のハイパワー化への対応に問題を有するものであった。

#### 【 0 0 1 0 】

本発明は上記の点に鑑みてなされたものであり、耐半田性などの信頼性が高く、しかも熱放散性に優れた半導体装置を提供することを目的とするものである。

#### 【 0 0 1 1 】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の請求項 1 に係る半導体装置は、インターポザー 1 上に半導体素子 2 をフェースダウンで配置すると共にフリップチップ接合して搭載した半導体装置において、半導体素子 2 のフリップチップ接合部と反対側の面にこの面より面積の大きい金属板 4 を接着し、半導体素子 2 のフリップチップ接合部に形成される間隙と、半導体素子 2 のフリップチップ接合部及び金属板 4 との接着面以外の表面と、金属板 4 の半導体素子 2 との接着面以外の全表面とを、同一材料の封止樹脂 3 で封止して成ることを特徴とするものである。

#### 【 0 0 1 2 】

また請求項 2 の発明は、請求項 1 において、金属板 4 の半導体素子 2 との接着面と反対側の表面に複数箇所において同じ高さのスペーサ凸部 5 を設け、スペーサ凸部 5 の先端面を封止樹脂 3 の表面と面一に露出させて成ることを特徴とするものである。

#### 【 0 0 1 3 】

また請求項 3 の発明は、請求項 1 又は 2 において、半導体素子 2 に金属板 4 を



熱伝導性接着剤によって接着して成ることを特徴とするものである。

【 0 0 1 4 】

また請求項 4 の発明は、請求項 1 乃至 3 のいずれかにおいて、封止樹脂 3 の熱伝導率が  $1.2 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  以上であることを特徴とするものである。

【 0 0 1 5 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を説明する。

【 0 0 1 6 】

インターポザー 1 としては、有機基板、セラミック基板、フレキシブル基板等や、これらと金属基板を組み合わせたものなどを例示することができるが、インターポザー 1 として通常使用できるものであれば、何でもよい。

【 0 0 1 7 】

また半導体素子 2 としては、シリコンベアチップなどの任意の半導体ベアチップを用いることができるものであり、その片側の回路形成面に半田や金などの金属材料でバンプ 6 が設けてある。

【 0 0 1 8 】

そして、インターポザー 1 の上に半導体素子 2 を回路形成面がインターポザー 1 の側を向くフェースダウンで配置し、半導体素子 2 をバンプ 6 でフリップチップ接合することによって、インターポザー 1 の上に搭載するようにしてある。このようにフェースダウンでフリップチップ接合した半導体素子 2 の回路形成面には、フリップチップ接合部においてバンプ 6 の厚みにほぼ相当する  $0.015 \sim 0.1 \text{ mm}$  程度の厚みの空隙が間隙として形成される。

【 0 0 1 9 】

ここで、図 1 (a) のように、半導体素子 2 を単体で用い、インターポザー 1 に直接、半導体素子 2 をフェースダウンでフリップチップ接合するようにすることができるが、図 1 (b) のように複数の半導体素子 2 をフェースダウンでフリップチップ接合するようにするようによく、図 1 (c) のようにインターポザー 1 に半導体素子 2 をフェースダウンでフリップチップ接合する他に、他の受動部品 12 をインターポザー 1 に搭載するようによい



。さらに図 1 (d) のように半導体素子 2 を他の受動部品 1 3 も同時に搭載されたいわゆるモジュールとして用いるようにしてもよい。図 1 (d) の実施の形態はいわゆるスタックド C S P を示すものであって、インターポザー 1 の上に受動部品 1 3 を介して半導体素子 2 がフェースダウンでフリップチップ接合しており、受動部品 1 3 を金線等のワイヤ 1 1 でインターポザー 1 に接続することによって、半導体素子 2 を受動部品 1 3 を介してインターポザー 1 に電氣的に接続するようにしてある。従って本発明では、半導体素子 2 をインターポザー 1 に直接的にフェースダウンでフリップチップ接合するようにしてもよく、あるいは半導体素子 2 を受動部品 1 3 などを経介して間接的にフェースダウンでフリップチップ接合するようにしてもよいものであり、要するに本発明では、少なくとも一つの半導体素子 2 がフェースダウンでフリップチップ接合されることによって、インターポザー 1 に搭載されていればよいものである。また図 1 (a) ~ (d) にはすべて、インターポザー 1 の背面に外部接続用の半田ボール 1 1 を設けたものを示したが、インターポザー 1 の背面に形成したランドで外部接続をするようにしたものなど、他の接続形態に形成することもできる。

#### 【0 0 2 0】

また、半導体素子 2 のフリップチップ接合部と反対側の面には金属板 4 が接着してある。金属板 4 は半導体素子 2 のフリップチップ接合部と反対側の面より大きな面積で形成してあり、半導体素子 2 から外方へ張り出すようにして接合してある。この金属板 4 は熱放散を目的とするものであるもので、熱伝導性の高いものが好ましく、例えば銅板、アルミニウム板、鉄板、ニッケル板などやその表面をメッキ処理したものを例示することができる。この金属板 4 は、封止樹脂 3 を封止成形する際の圧力に耐える必要があるため、撓みにくい強度を持つものであることが好ましく、このために金属の種類によって異なるが、一般に 0. 1 mm 以上の厚みであることが好ましい。また、金属板 4 と封止樹脂 3 との界面密着を向上させるため、表面メッキの他、表面化学処理や、ヘアライン形成等の物理的処理を金属板 4 の表面に施すようにしてもよい。

#### 【0 0 2 1】

金属板 4 を半導体素子 2 に接着する接着剤としては、半導体素子 2 の熱を金属

板 4 に良好に熱伝導させるために、熱伝導率の高い熱伝導性接着剤を用いるのが好ましい。熱伝導性接着剤としては、シリコングリース、銀ペースト、半田ペーストなどを例示することができる。

#### 【 0 0 2 2 】

そして本発明において、半導体素子 2 のフリップチップ接合部に形成される間隙と、半導体素子 2 のフリップチップ接合部及び金属板 4 との接着面以外の表面（すなわち具体的には半導体素子 2 の側面）と、金属板 4 の半導体素子 2 との接着面以外の表面（すなわちインターポザー 1 の側を向く面と、その反対側の面と、四周の端面）とを、同一材料の封止樹脂 3 で封止することによって、図 1 （a）～（d）に示すような半導体装置 A を作製するようにしてある。

#### 【 0 0 2 3 】

このように本発明に係る図 1 の半導体装置 A は、同一の封止樹脂 3 で封止されており、封止樹脂 3 内には界面が存在しないものであり、従って封止樹脂 3 に界面剥離が発生することがなくなり、耐半田性などの信頼性を高く得ることができるものである。しかも半導体素子 2 から発熱した熱は金属板 4 に伝熱され、金属板 4 の広い面積から封止樹脂 3 を通して放散されるものであり、半導体素子 2 からの発熱を熱放散性高く放熱することができ、半導体装置のハイパワー化に容易に対応することができるものである。このように、半導体素子 2 の熱は金属板 4 から封止樹脂 3 を通して放散されるので、金属板 4 の半導体素子 2 と反対面に封止されている封止樹脂 3 の厚みは薄いほうが好ましいものであり、0. 3 mm 厚以下であることが好ましく、0. 1 mm 以下であることがより好ましい。

#### 【 0 0 2 4 】

ここで、図 1 （a），（d）に示す半導体装置 A は一つの半導体素子 2 に一枚の金属板 4 を接着するようにした例を示すものであり、図 1 （b）の実施の形態では、インターポザー 1 に搭載した複数の半導体素子 2 に跨がるように金属板 4 を接着することによって、金属板 4 を複数の半導体素子 2 に対して共通化するようにしてある。また図 1 （c）の実施の形態では、半導体素子 2 に金属板 4 を接着すると共に金属板 4 から張り出した張り出し部 2 2 で受動部品 1 2 を覆い、受動部品 1 2 の発熱を張り出し部 2 2 から放熱するようにしてある。

## 【 0 0 2 5 】

次に、半導体素子 2 を封止樹脂 3 で封止成形する方法について説明する。好ましい工法の一つは、固体状態の封止材料を用いたトランスファーモールド法あるいは液体状の封止材料を用いたリキッドインジェクション法である。これらの工法は、金属板 4 を接着した半導体素子 2 を搭載したインターポザー 1 を成形金型内にセットして、成形金型内を減圧状態にした後、封止材料を成形金型内に導入し、成形金型内で封止材料を加熱加圧することによって、封止材料を硬化させるようにしたものである。このように成形金型内を減圧状態にしない工法では、半導体素子 2 のフリップチップ接合部の間隙へのアンダーフィル用封止樹脂 3 の充填が不十分となり、充填不良が発生するおそれがある。成形金型内の減圧度は 1 3 h P a ( 1 0 T o r r ) 以下に設定するのが望ましい。

## 【 0 0 2 6 】

ここで、図 2 は真空トランスファーモールド法で用いられるトランスファー成形金型 7 の一例を示すものであり、上下一対の型板 1 5 , 1 6 から形成してある。上型板 1 5 の下面と下型板 1 6 の上面にはそれぞれキャビティ 8 を形成する凹部が設けてあり、このキャビティ 8 にゲート 1 7 を介してランナー 1 8 が接続してある。またキャビティのゲート 1 7 と反対側には真空ポンプ（図示省略）に連結される吸引路 1 9 が接続してある。さらに、これらのキャビティ 8 、ランナー 1 8 、吸引路 1 9 を囲むように型板 1 5 , 1 6 の間にパッキン 2 0 を設け、成形金型 7 の型板 1 5 , 1 6 を型締めしたときにキャビティ 8 からの空気漏れがパッキン 2 0 で防止できるようにしてある。

## 【 0 0 2 7 】

そしてまず、成形金型 7 を開いて、金属板 4 を接着した半導体素子 2 を搭載したインターポザー 1 を下型板 1 6 のキャビティ 8 にセットした後、下型板 1 6 の上に上型板 1 5 を閉じる。そして、上下の型板 1 5 , 1 6 間がパッキン 2 0 で密閉され、且つ上下の型板 1 5 , 1 6 のクランプが行なわれない状態で、真空ポンプを作動させて吸引路 1 9 を通してキャビティ 8 内の脱気を行なうと同時に、成形金型 7 のポット（図示省略）に封止材料のタブレットを投入してポット内の空気漏れを防ぎ、1 ～ 5 秒保持して真空度を高めた後、上下の型板 1 5 , 1 6 を

クランプし、ポットのプランジャ（図示省略）を作動させて、ランナー 1 8 からゲート 1 7 を介して溶融した封止材料をキャビティ 5 内に注入する。

#### 【0 0 2 8】

上記のようにキャビティ 8 内を減圧状態にして、封止材料を上型板 1 5 のキャビティ 8 内に注入すると、封止材料は半導体素子 2 のフリップチップ接合部の間隙に流入すると共に、金属板 4 の背面とキャビティ 8 の内面との隙間に流入し、半導体素子 2 のフリップチップ接合部の間隙に封止樹脂 3 を充填してアンダーフィル封止すると同時に、同じ封止樹脂 3 で半導体素子 2 の側面や金属板 4 の背面などをモールド封止することができるものであり、界面のない封止樹脂 3 で封止した既述の図 1（a）～（d）のような半導体装置 A を作製することができるものである。このとき、キャビティ 8 内は減圧されているため、半導体素子 2 のフリップチップ接合部の微小な間隙や、金属板 4 の背面とキャビティ 8 の内面との間の微小な隙間に、空気溜りなどが生じることなく封止材料を良好に流入させることができ、充填不良が発生することなく、短時間で封止材料を充填して封止樹脂 3 による封止を行なうことができるものである。

#### 【0 0 2 9】

ここで、封止材料としては、トランスファー成形による半導体封止に適用可能なものを用いることができるものであり、例えばエポキシ樹脂組成物、シリコン樹脂組成物、不飽和ポリエステル樹脂組成物などを使用することができる。封止材料にはフィラーを配合したものが使用されるが、このフィラーとしては、最大粒径が半導体素子 2 のフリップチップ接合部の間隙寸法の  $1/2$  以下であるものを用いるのが好ましい。フィラーの最大粒径が半導体素子 2 のフリップチップ接合部の間隙寸法の  $1/2$  を超えるものであると、半導体素子 2 のフリップチップ接合部の微小な間隙に封止材料が流入し難くなり、充填不良が発生するおそれがあると共に、この微小間隙に封止材料が侵入する際に半導体素子 2 の表面にフィラーが摩擦して傷付き、信頼性が低下するおそれがある。

#### 【0 0 3 0】

このフィラーとしては、半導体封止に一般に用いられる溶融シリカの他に、結晶シリカ、アルミナ、窒化珪素、窒化硼素、窒化アルミニウム等の熱伝導性フィ



ラーを用いることができる。このように熱伝導性フィラーを配合することによって、封止樹脂 3 の熱伝導性を向上させることができるものであり、封止樹脂 3 の熱伝導率は  $1.2 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  以上に設定するのが好ましい。封止樹脂 3 の熱伝導率が  $1.2 \text{ W/m} \cdot \text{K}$  未満であると、金属板 4 から封止樹脂 3 を介して熱を放散させる際の封止樹脂 3 の熱の伝導性が不十分になり、金属板 4 を具備することによって熱放散性を向上させる効果が不十分になるおそれがある。封止樹脂 3 の熱伝導率は可能な限り高いほうが好ましいので、上限は特に設定されない。ここで、熱伝導性フィラーは一般に高い硬度を有するので、半導体素子 2 の表面を傷付けることを未然に防ぐために、その最大粒径は半導体素子 2 のフリップチップ接合部の間隙寸法の  $1/5$  以下であることがより望ましい。

#### 【0 0 3 1】

また、上記のように真空トランスファー封止成形を行なうにあたって、成形温度すなわち成形金型 7 の温度は、半導体素子 2 に設けたバンプ 6 を構成する金属の融点から  $5^\circ\text{C}$  低い温度（融点  $-5^\circ\text{C}$ ）よりも低い温度であることが好ましい。成形温度がこの温度を超えて高いと、インターポーザー 1 に半導体素子 2 をフリップチップ接合しているバンプ 6 の強度が弱くなり、トランスファー成形時の溶融封止材料の注入圧力に対してフリップチップ接合が外れ、半導体素子 2 の脱落やフリップチップ接合不良などのトラブルを生じ易くなるものである。成形温度の下限は特に設定されるものではないが、封止材料を硬化させる温度よりも高い温度である必要はある。

#### 【0 0 3 2】

半導体素子 2 を封止樹脂で封止成形する方法の他の好ましい工法の一つは、減圧雰囲気下で常温で液体性状の封止材料を用いて封止した後、加圧下で熱硬化させる 2 段階のプロセスによるものである。第 1 段階の減圧雰囲気下で常温で液体性状の封止材料を封止する方法は、ディスペンサを用いた方法でも良いが、生産性の高さの観点から印刷法であることがより好ましく、市販の「真空印刷機」と呼ばれる設備を使用することが可能である。液状材料を封止する際の減圧雰囲気は  $2.7 \text{ hPa}$  ( $2 \text{ Torr}$ ) 以下であることが好ましく、減圧度が  $2.7 \text{ hPa}$  を超えると、半導体素子 2 のフリップチップ接合部へアンダーフィル用封止樹

脂 3 の充填が不十分となる場合がある。

#### 【 0 0 3 3 】

また封止工程に引き続く第 2 段階の加圧下で加熱硬化する工程では、通常、 $0.2 \text{ MPa} \sim 0.49 \text{ MPa}$  ( $2 \sim 5 \text{ kg/cm}^2$ ) の加圧と、封止材料の硬化条件に応じた加熱が行なわれるが、特に制限されるものではない。この工程において、封止材料を硬化させる加熱を行なう前に、加圧下で、 $40^\circ\text{C}$  以上且つ封止材料の硬化温度以下の温度で、3 分間以上、予備加熱を行なうことが好ましい。これは封止材料の樹脂が粘度上昇する前に、半導体素子 2 のフリップチップ接合部へアンダーフィル用封止材料の充填を促進するためである。 $40^\circ\text{C}$  以下の温度では、封止材料の粘度を室温に比べて低粘度化する効果が低く、充填を促進する効果が不十分になる。封止材料の加熱による粘度上昇は樹脂の種類により異なるため、定量的には規定できないが、前処理温度が高すぎても、反応による樹脂粘度上昇がすぐに起こるため、好ましい効果を得ることが難しくなる。

#### 【 0 0 3 4 】

この工法に使用される液状封止材料としては、エポキシ樹脂組成物やシリコン樹脂組成物などを挙げることができるが、使用される封止材料に含有されるフィラーのうち 95 質量% 以上のフィラーの最大粒子径が、半導体素子 2 のフリップチップ接合部の間隙寸法の  $1/3$  以下であることが好ましい。最大粒子径が半導体素子 2 のフリップチップ接合部の間隙寸法の  $1/3$  を超える大きな粒子のフィラーが 5 質量% 以上含有されていると、フリップチップ接合部の間隙が大きな粒子のフィラーで堰き止められ、封止樹脂 3 の充填が不十分になる場合がある。このフィラーとしては、半導体封止に一般に用いられる熔融シリカの他に、熱伝導性を向上させる目的で、結晶シリカ、アルミナ、窒化珪素、窒化硼素、窒化アルミニウム等の熱伝導性フィラーを用いることができる。またストレスを緩和し、反りを低下させる目的で、液状封止材料に弾性体を分散させて含有させる場合には、上記と同じ理由から分散弾性体のうち 90 質量% 以上の最大粒子径が、半導体素子 2 のフリップチップ接合部の間隙寸法の  $1/3$  以下であることが好ましい。

#### 【 0 0 3 5 】

図 3 は本発明の他の実施の形態を示すものであり、図 3 (a) のようにインターポザー 1 の上に複数の半導体素子 2 をマトリクスアレイ状に配置し、各半導体素子 2 をフェースダウンでフリップチップ接合して搭載してある。またこの複数の各半導体素子 2 の上にそれぞれ金属板 4 を接着してある。そしてこの複数の半導体素子 2 を搭載したインターポザー 1 に上記と同様にして封止材料を成形して硬化させることによって図 3 (a) のように、各半導体素子 2 を封止樹脂 3 で一括して封止する。このように各半導体素子 2 を封止樹脂 3 で封止した後、隣り合う半導体素子 2 の間の箇所でインターポザー 1 と封止樹脂 3 をダイシング工程で切断し（切断箇所を図 3 (a) に鎖線で示す）、各半導体素子 2 を搭載した部分を分割して個片化することによって、図 3 (b) のような半導体装置 A を得ることができるものである。

#### 【 0 0 3 6 】

図 4 は本発明の他の実施の形態を示すものであり、金属板 4 の半導体素子 2 との接着面と反対側の表面に複数箇所において同じ高さのスペーサ凸部 5 が設けてある。そして封止樹脂 3 で上記のように金属板 4 の半導体素子 2 と反対側の面を封止した際に、各スペーサ凸部 5 の先端面がこの封止樹脂 3 の表面と面一になって露出するようにしてある。このように金属板 4 の表面の複数箇所に同じ高さのスペーサ凸部 5 を設け、各スペーサ凸部 5 の先端面が封止樹脂 3 の表面と面一に露出するように封止樹脂 3 で封止することによって、金属板 4 の半導体素子 2 と反対側の表面に封止される封止樹脂 3 の厚みは、金属板 4 のこの面の全面においてスペーサ凸部 5 の高さと同じ均一な寸法に形成することができるものである。

#### 【 0 0 3 7 】

すなわち、図 5 に示すように、金属板 4 を接着した半導体素子 2 を搭載したインターポザー 1 を成形金型 7 のキャビティ 8 に既述と同様にセットすると、金属板 4 に設けた各スペーサ凸部 5 がキャビティ 8 の内面に当接し、金属板 4 とキャビティ 8 の内面との隙間がスペーサ凸部 5 で規制され、金属板 4 とキャビティ 8 の内面との隙間の厚みは均一になる。この状態で成形を行なうことによって、金属板 4 の半導体素子 2 と反対側の表面に封止される封止樹脂 3 の厚みを、全面においてスペーサ凸部 5 の高さと同じ均一な寸法で形成することができるもので



ある。

#### 【 0 0 3 8 】

従って、半導体素子 2 の熱を金属板 4 から封止樹脂 3 を通して放散するにあたって、金属板 4 の半導体素子 2 と反対側の面の全面から均一に熱を封止樹脂 3 を通して放散することができるものであり、熱放散性を向上させることができるものである。

#### 【 0 0 3 9 】

スペーサ凸部 5 の先端面の面積、材質、形成方法は特に制限されるものではないが、例えば金属板 4 に金属製のボールを接着したり、金属板 4 に絞り加工を施したり、金属板 4 に切削加工を施したりしてスペーサ凸部 5 を形成することができ、また樹脂杵や、打抜き成形品を金属板 4 に接着することによってスペーサ凸部 5 を形成することもできる。ここで、スペーサ凸部 5 の先端面の面積が大き過ぎると、成形金型 7 にセットして型締めする際の圧力が半導体素子 2 に大きく作用して悪影響を与えるおそれがある。

#### 【 0 0 4 0 】

またスペーサ凸部 5 を設ける箇所は、金属板 4 の周辺部の半導体素子 2 より外側に張り出した部分に設定するのが好ましい。このように半導体素子 2 より外側位置にスペーサ凸部 5 を設けるようにすれば、成形金型 7 にセットして型締めする際の圧力が半導体素子 2 に直接作用して過大なストレスがかかることを防止することができ、半導体素子 2 の信頼性が損なわれることを防ぐことができるものである。図 6 (a) は金属板 4 の周辺部の 9 箇所にボール状のスペーサ凸部 5 を接着して設けた例を示すものであり、図 6 (b) は金属板 4 の周辺部の 4 箇所に、図 6 (c) のような L 字型成形品のスペーサ凸部 5 を貼り付けて設けた例を示すものである。勿論、これらに限定されないのはいうまでもない。

#### 【 0 0 4 1 】

また、上記のように金属板 4 にスペーサ凸部 5 を設けることによって、既述の図 5 のように成形金型 7 のキャビティ 8 の内面にスペーサ凸部 5 を当接させた状態で封止成形を行なうことができるものであり、封止成形時の封止圧力が金属板 4 に作用しても、金属板 4 をスペーサ凸部 5 で支えて金属板 4 の撓みを防止する

ことができる。従って金属板 4 としてより薄いものを用いることが可能になる。金属板 4 の厚みは金属の種類によって異なるが、薄すぎると、自重による撓みや、しわによる変形が生じるおそれがあるので、0. 0 5 mm 以上の厚みであることが望ましい。

#### 【 0 0 4 2 】

##### 【実施例】

次に、本発明を実施例によって具体的に説明する。

#### 【 0 0 4 3 】

##### (実施例 1)

0. 2 5 mm ピッチで 8 0 0 個の共晶半田バンプ（融点 1 8 3 ℃）をアレイ状に設けた、8 mm × 8 mm × 厚さ 0. 3 mm の半導体素子を用いた。またインターポザーとして 3 5 mm × 3 5 mm × 厚さ 0. 4 mm の F R - 5 タイプのエポキシ樹脂プリント配線板を用いた。この半導体素子の表面には電流を流すことによって均一に発熱するようにアルミニウム配線が施してある。そしてこのインターポザーの上面に半導体素子をフリップチップ接合し、ダウンフェースで搭載した。このとき半導体素子とインターポザーの間のフリップチップ接合部の間隙寸法は 5 5 ~ 7 5 μ m であった。また、半導体素子の上面に、2 0 mm × 2 0 mm × 厚さ 0. 1 5 mm の銅板からなる金属板を熱伝導性接着剤（銀系ダイボンドイングペースト）で接着した。この金属板としては、上下両面に接着性を高めるためのヘアライン処理を施したものを用いた。

#### 【 0 0 4 4 】

次に、この金属板を接着した半導体素子を搭載したインターポザーを真空成形機構を有するトランスファー成形機の成形金型にセットし、そしてキャビティ内を減圧度約 1. 3 h P a （約 1 T o r r ）で減圧し、封止材料を 6. 9 M P a （7 0 k g f / c m <sup>2</sup>）の成形圧、1 6 0 ℃の成形温度で 2 分間トランスファー成形した。この封止材料としては、松下電工株式会社製エポキシ樹脂封止材料「C V 8 7 0 0 F 2」（熱伝導率 0. 9 W / m · K、フィラーとして熔融シリカ 8 5 質量%含有（最大粒径 2 0 μ m、平均粒径 5 μ m））を使用し、封止厚み 0. 6 5 mm、封止範囲 2 9 mm × 2 9 mm で封止した。

## 【0 0 4 5】

そして175℃で4時間アフターキュアすることによって、図1（a）の構造の半導体装置を得た。この半導体装置のパッケージを切断して断面を観察したところ、金属板の上面の封止樹脂の厚みは0.12～0.15mmであった。

## 【0 0 4 6】

## （実施例2）

封止厚みを0.6mmに変更するようにした他は、実施例1と同様にして図1（a）の構造の半導体装置を得た。この半導体装置のパッケージを切断して断面を観察したところ、金属板の上面の封止樹脂の厚みは0.08～0.11mmであった。

## 【0 0 4 7】

## （実施例3）

金属板として、20mm×20mm×厚さ0.2mmのアルミニウム板からなるものを用いるようにした他は、実施例1と同様にして図1（a）の構造の半導体装置を得た。この半導体装置のパッケージを切断して断面を観察したところ、金属板の上面の封止樹脂の厚みは0.06～0.10mmであった。

## 【0 0 4 8】

## （実施例4）

金属板として、20mm×20mm×厚さ0.1mmの銅板の上面の四隅に高さ0.15mmの図5（c）の成形品を接着剤で取り付けたものを用いるようにした他は、実施例1と同様にして図4、図6（a）の構造の半導体装置を得た。この半導体装置のパッケージを切断して断面を観察したところ、金属板の上面の封止樹脂の厚みは0.15～0.16mmであった。

## 【0 0 4 9】

## （実施例5）

封止材料として、溶融シリカの50質量%をアルミナ（最大粒径5μm、平均粒径1.5μm）で置き換えたものをフィラーとして配合して、熱伝導率を1.5W/m・Kに調整するようにしたものを用いるようにした他は、実施例1と同様にして、図1（a）の構造の半導体装置を得た。

## 【 0 0 5 0 】

## (実施例 6)

封止材料として、熔融シリカの 5 0 質量%を窒化硼素（最大粒径  $7\ \mu\text{m}$ 、平均粒径  $2\ \mu\text{m}$ ）で置き換えたものをフィラーとして配合して、熱伝導率を  $1.9\ \text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$  に調整するようにしたものを用いるようにした他は、実施例 1 と同様にして、図 1（a）の構造の半導体装置を得た。

## 【 0 0 5 1 】

## (実施例 7)

封止材料として、熔融シリカの 5 0 質量%をアルミナ（最大粒径  $5\ \mu\text{m}$ 、平均粒径  $1.5\ \mu\text{m}$ ）で置き換えたものをフィラーとして配合して、熱伝導率を  $1.5\ \text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$  に調整するようにしたものを用いるようにした他は、実施例 4 と同様にして、図 4、図 6（a）の構造の半導体装置を得た。

## 【 0 0 5 2 】

## (比較例 1)

実施例 1 と同様にしてインターポーザーに半導体素子を搭載した。そして、液状浸入型アンダーフィル封止材料（松下電工株式会社製「C V 5 1 8 3 F」：エポキシ樹脂封止材料）を半導体素子のフリップチップ接合部の間隙に注入し、 $100^\circ\text{C}$ 、1 時間の条件で硬化させることによって、図 7（b）の構造の半導体素子を得た。

## 【 0 0 5 3 】

## (比較例 2)

実施例 1 と同様にしてインターポーザーに半導体素子を搭載し、そしてまず、液状浸入型アンダーフィル封止材料（松下電工株式会社製「C V 5 1 8 3 F」）を各半導体素子のフリップチップ接合部の間隙に注入し、比較例 1 と同様にして硬化させた。

## 【 0 0 5 4 】

このようにアンダーフィル封止をした後、半導体素子を搭載したインターポーザーを実施例 1 と同じ成形金型にセットし、実施例 1 と同様にしてトランスファー成形を行ない、図 7（c）の構造の半導体装置を得た。

## 【 0 0 5 5 】

(比較例 3)

放熱用の金属板を使用しないようにした他は、実施例 1 と同様にして、図 7 (d) の構造の半導体装置を得た。

## 【 0 0 5 6 】

上記の実施例 1 ～ 7 及び比較例 1 ～ 3 で得た半導体装置について、インターポーターのコプラナリティー（バンプ上面の平坦性）、耐半田性、温度サイクル信頼性、P C T 信頼性、放熱性を測定した。

## 【 0 0 5 7 】

ここで、インターポーターのコプラナリティーの測定は、インターポーターの下面を対角線上に表面粗さ計で計測しておこなった。耐半田性は試料数 1 1 個で試験を行ない、J E D E C (Joint Electron Device Engineering Council) が定めるレベル 2 をクリアするとき「◎」、レベル 3 をクリアするとき「○」、レベル 3 をクリアできないとき「×」と評価した。温度サイクル信頼性は、- 6 5 ℃で 1 5 分間、室温で 5 分間、1 5 0 ℃で 1 5 分間を 1 サイクルとして、1 1 個の試料について寒熱サイクル試験を 2 0 0 0 サイクル行ない、不良発生までのサイクル回数をカウントして評価した。P C T 信頼性は、1 2 1 ℃、2 気圧でプレッシャクッカーテストを行ない、不良発生までの時間を測定して評価した。放熱性の試験は、半導体装置のアルミニウム配線に 1 0 m A の電流を流し、アルミニウム配線が溶断するまでの時間を測定することによっておこなった。これらの結果を表 1 に示す。

## 【 0 0 5 8 】

【表 1】

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6	実施例 7
コプラナリティー	20 $\mu$ m	20 $\mu$ m	20 $\mu$ m	20 $\mu$ m	20 $\mu$ m	20 $\mu$ m	20 $\mu$ m
耐半田性	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
温度サイクル信頼性	2000サイクル	2000サイクル	2000サイクル	2000サイクル	2000サイクル	2000サイクル	2000サイクル
P C T 信頼性	>500時間	>500時間	>500時間	>500時間	>500時間	>500時間	>500時間
放熱性	6分	9分	9分	7分	30分	>60分	25分

	比較例 1	比較例 2	比較例 3
コプラナリティー	80 $\mu$ m	40 $\mu$ m	50 $\mu$ m
耐半田性	×	○	◎
温度サイクル信頼性	300サイクル	500サイクル	2000サイクル
P C T 信頼性	96時間	168時間	>500時間
放熱性	10分	30秒	30秒

## 【0 0 5 9】

表 1 にみられるように、各実施例のものは、インターポーザーのコプラナリティー、耐半田性、温度サイクル信頼性、P C T 信頼性、放熱性においてそれぞれ優れるものであった。

## 【0 0 6 0】

## 【発明の効果】

上記のように本発明の請求項 1 に係る半導体装置によれば、半導体素子を界面のない封止樹脂で封止することができ、耐半田性などの信頼性を高く得ることができるものである。また半導体素子の発熱は金属板に伝熱され、金属板の広い面積から封止樹脂を通して放散されるものであり、半導体素子からの発熱を熱放散性高く放熱することができるものである。

## 【0 0 6 1】

また請求項 2 の発明によって、金属板の半導体素子と反対側の面に封止される封止樹脂の厚みを、スペーサ凸部の高さに合わせて均一に形成することができ、半導体素子の発熱を金属板から封止樹脂を通して均一に放散することができるものであり、熱放散性を向上させることができるものである。

## 【0 0 6 2】

また請求項 3 の発明によって、半導体素子の発熱を熱伝導性接着剤を介して金



属板に効率高く伝熱することができ、半導体素子の発熱の放散性能を高めることができるものである。

【 0 0 6 3 】

また請求項 4 の発明によって、金属板から封止樹脂に熱を良好に伝導させて、封止樹脂の表面から放熱することができ、熱放散性能を高めることができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態を示すものであり、(a)、(b)、(c)、(d) はそれぞれ断面図である。

【図 2】

同上のトランスファー成形を示す断面図である。

【図 3】

本発明の他の実施の形態を示すものであり、(a)、(b) はそれぞれ断面図である。

【図 4】

本発明の他の実施の形態を示す断面図である。

【図 5】

同上のトランスファー成形を示す一部の断面図である。

【図 6】

同上の他の実施の形態を示すものであり、(a)、(b)、(c) はそれぞれ斜視図である。

【図 7】

他の従来例を示すものであり、(a)、(b)、(c)、(d) はそれぞれ断面図である。

【符号の説明】

- 1 インターポザー
- 2 半導体素子
- 3 封止樹脂



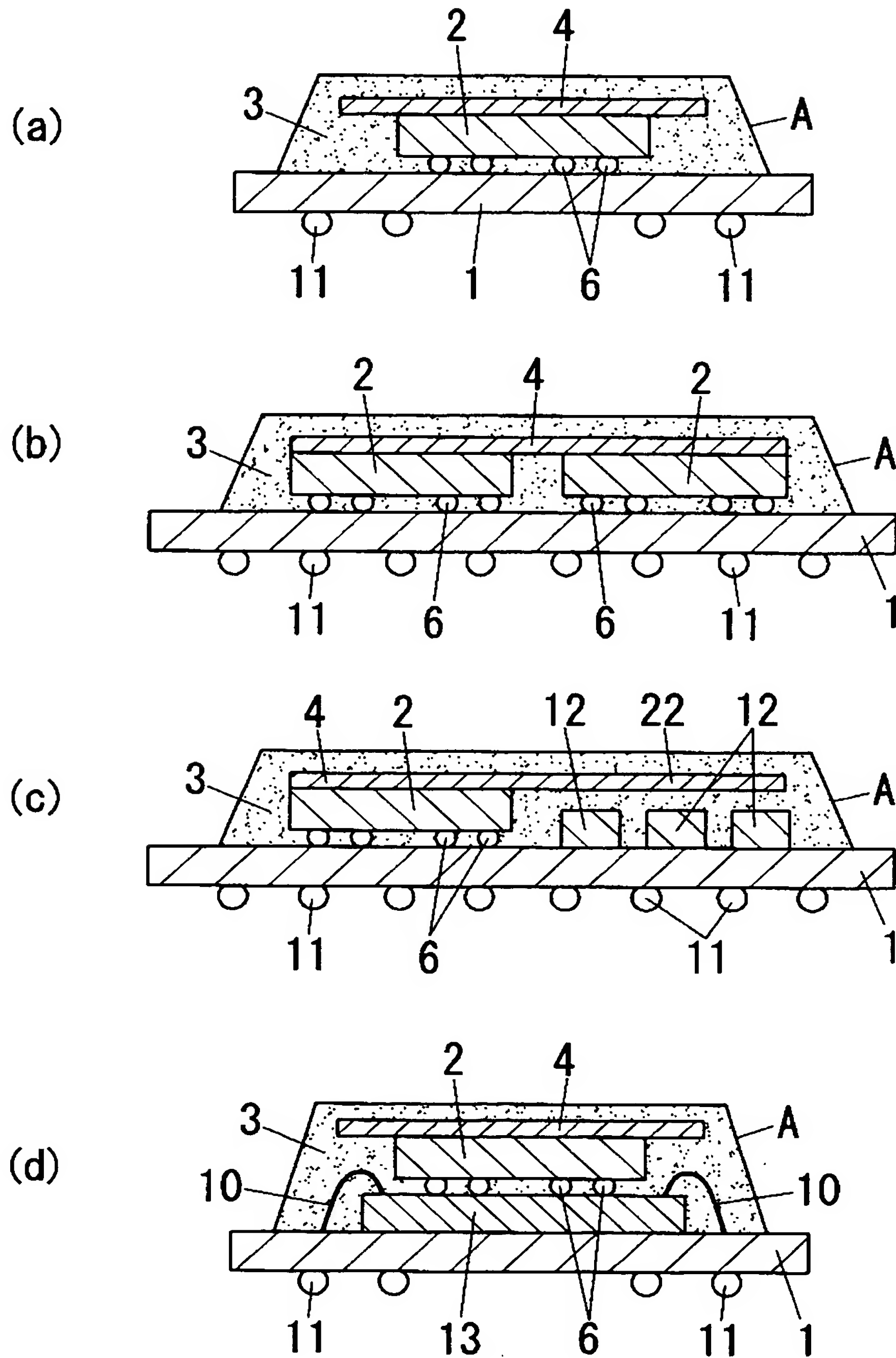
4 金属部材

5 スペーサ凸部

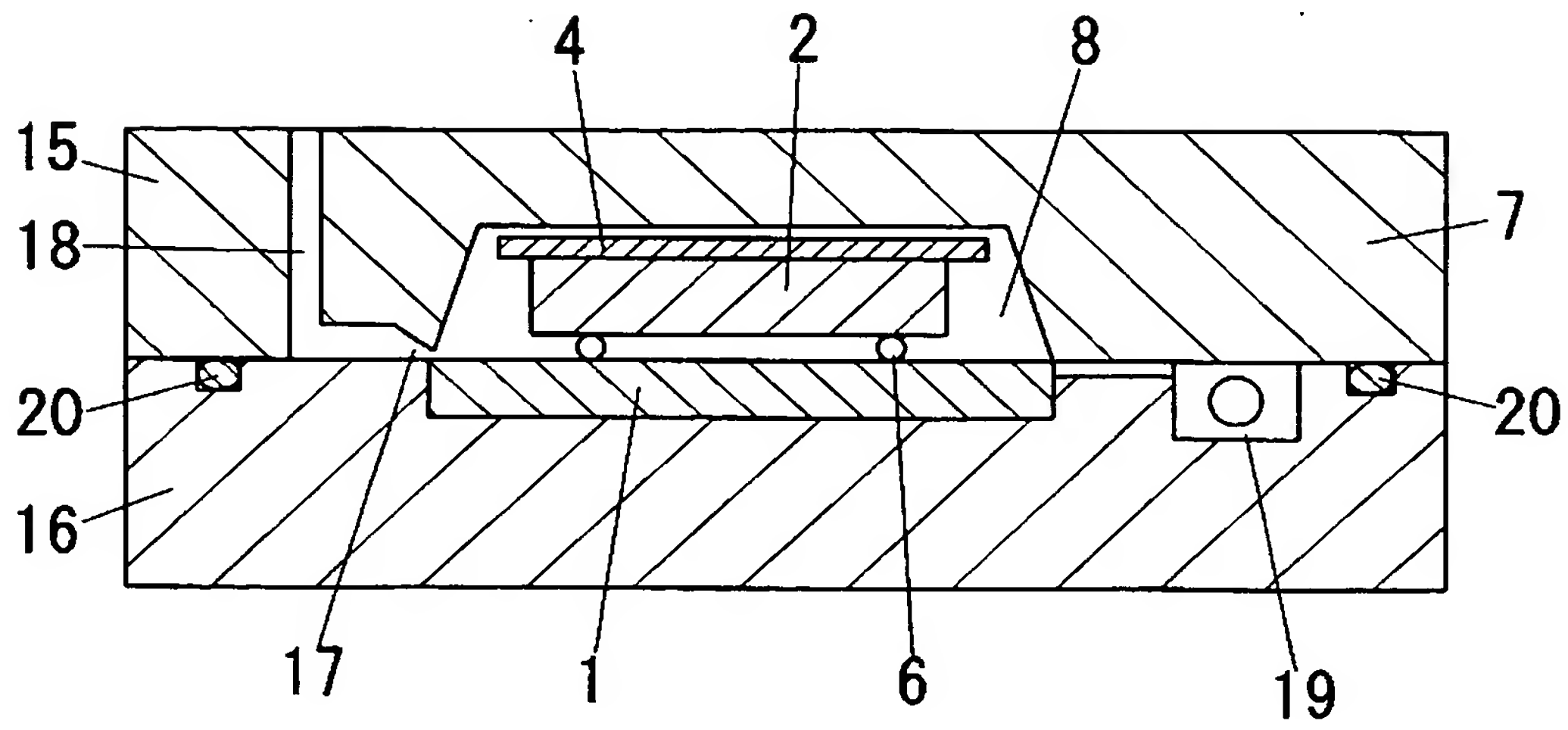
【書類名】 図面

【図 1】

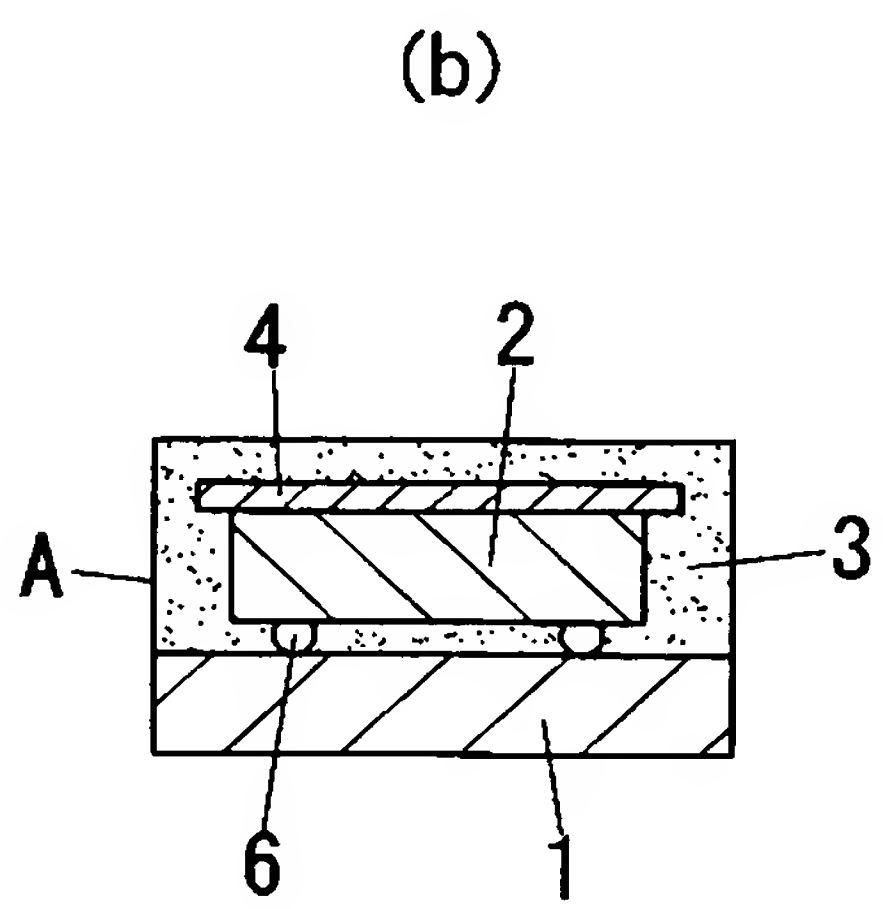
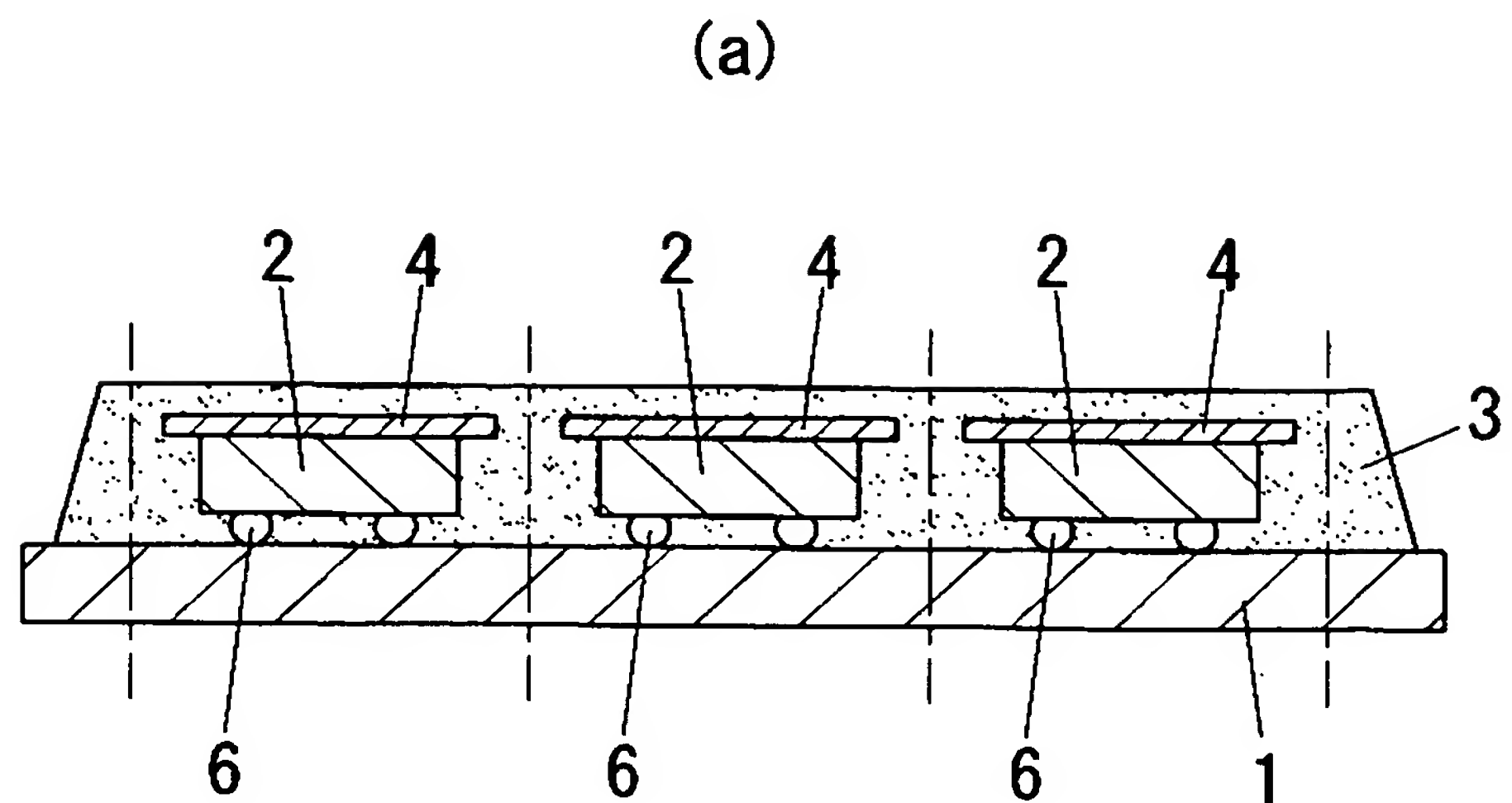
- 1 インターポージャー
- 2 半導体素子
- 3 封止樹脂
- 4 金属部材



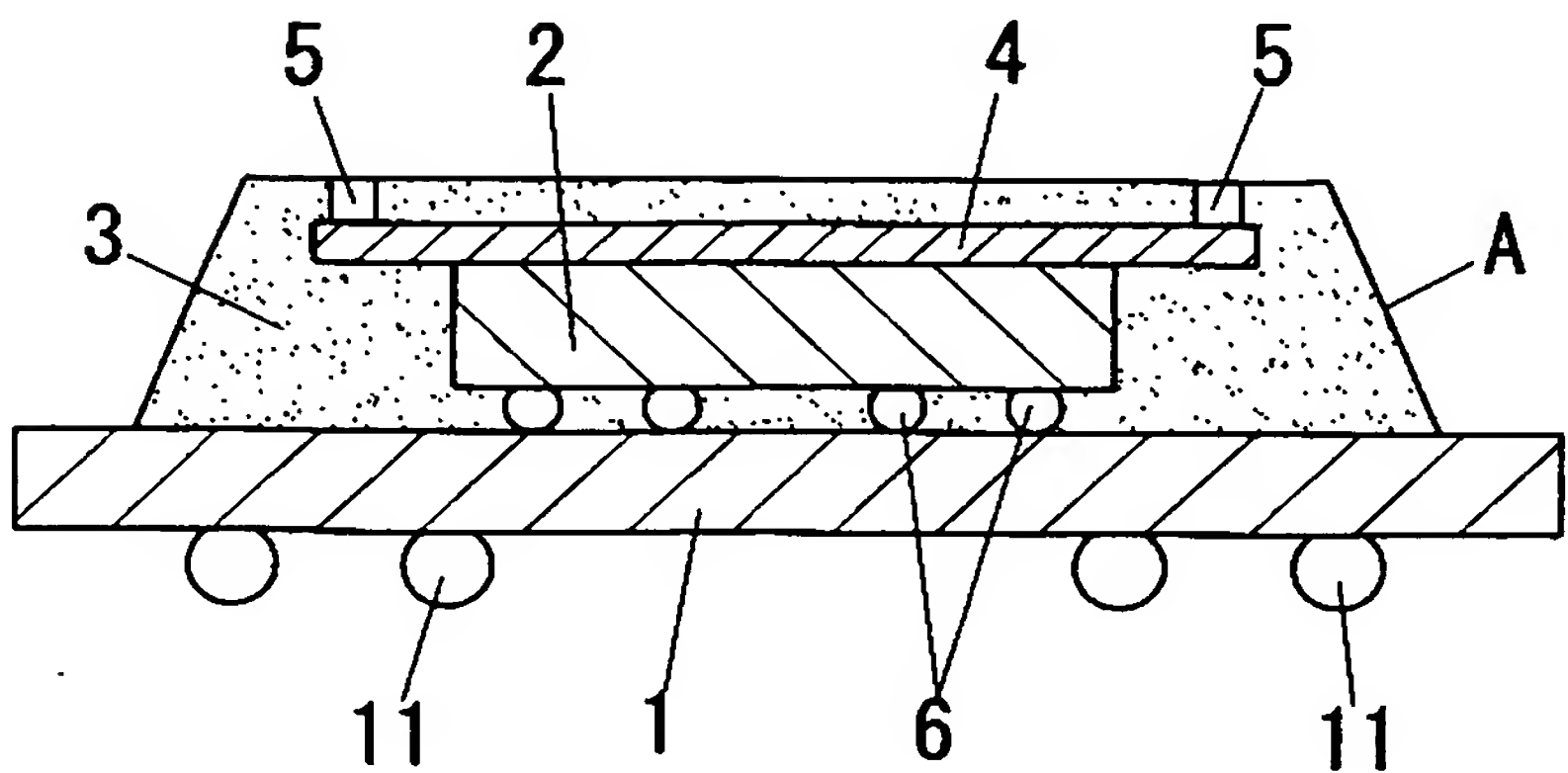
【図 2】



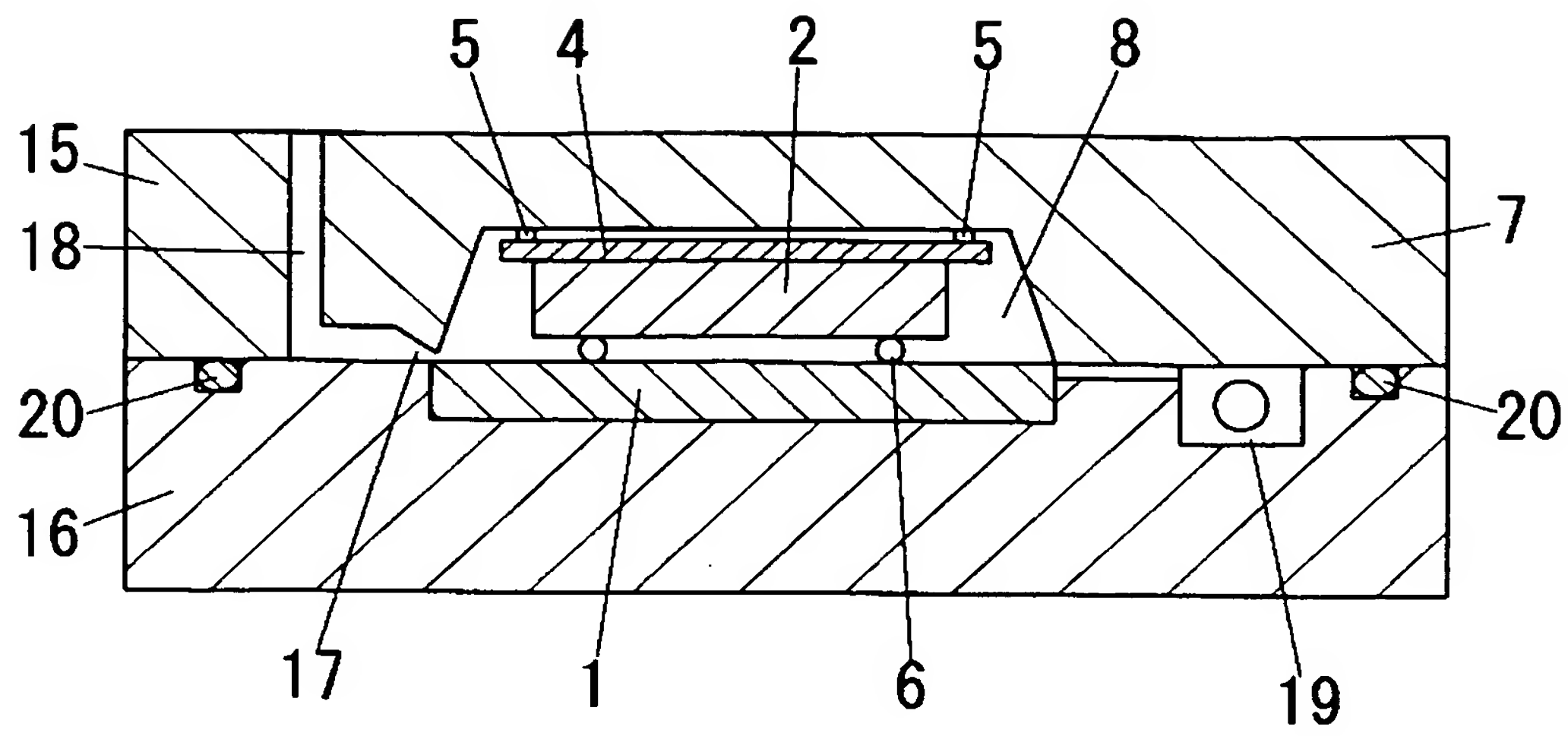
【図 3】



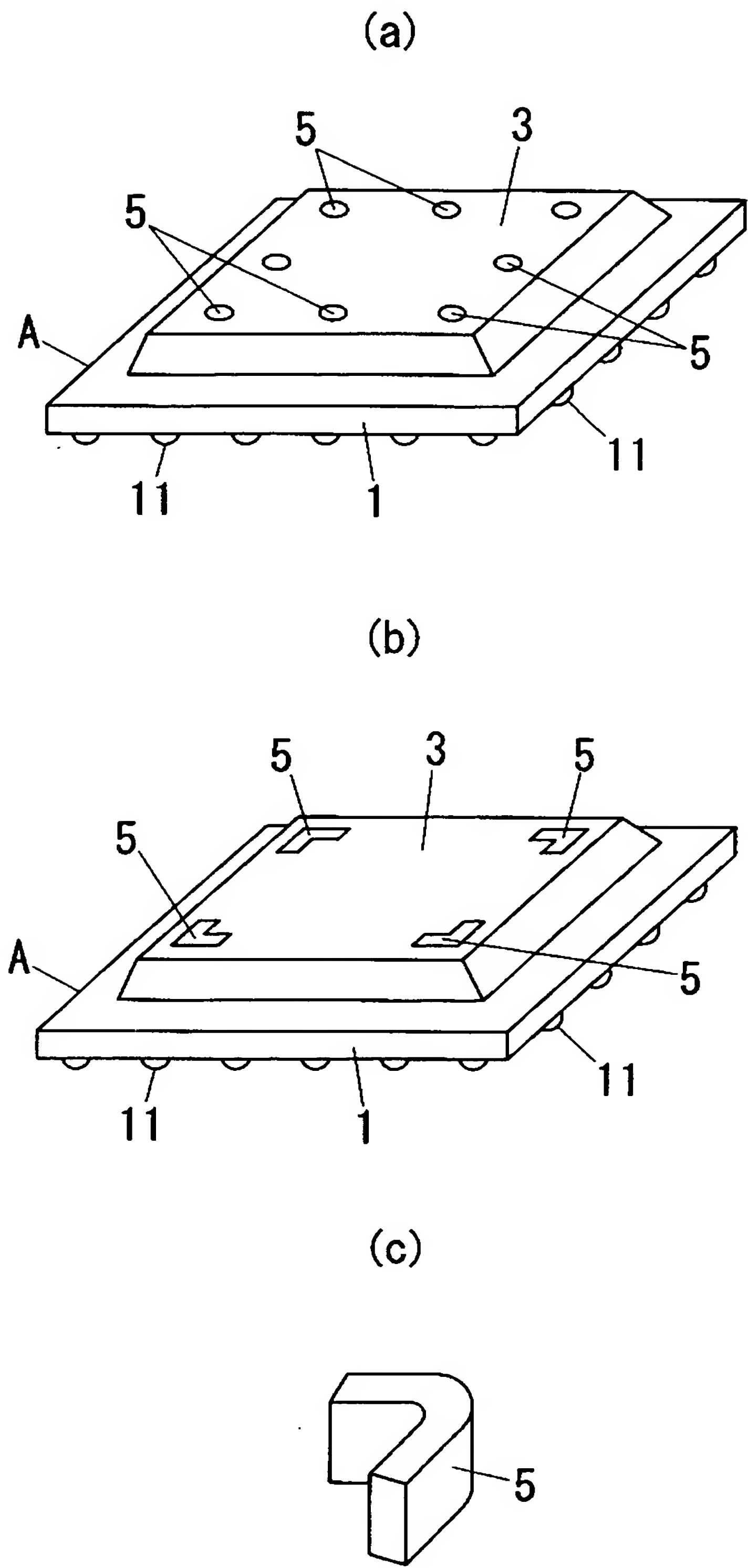
【図 4】



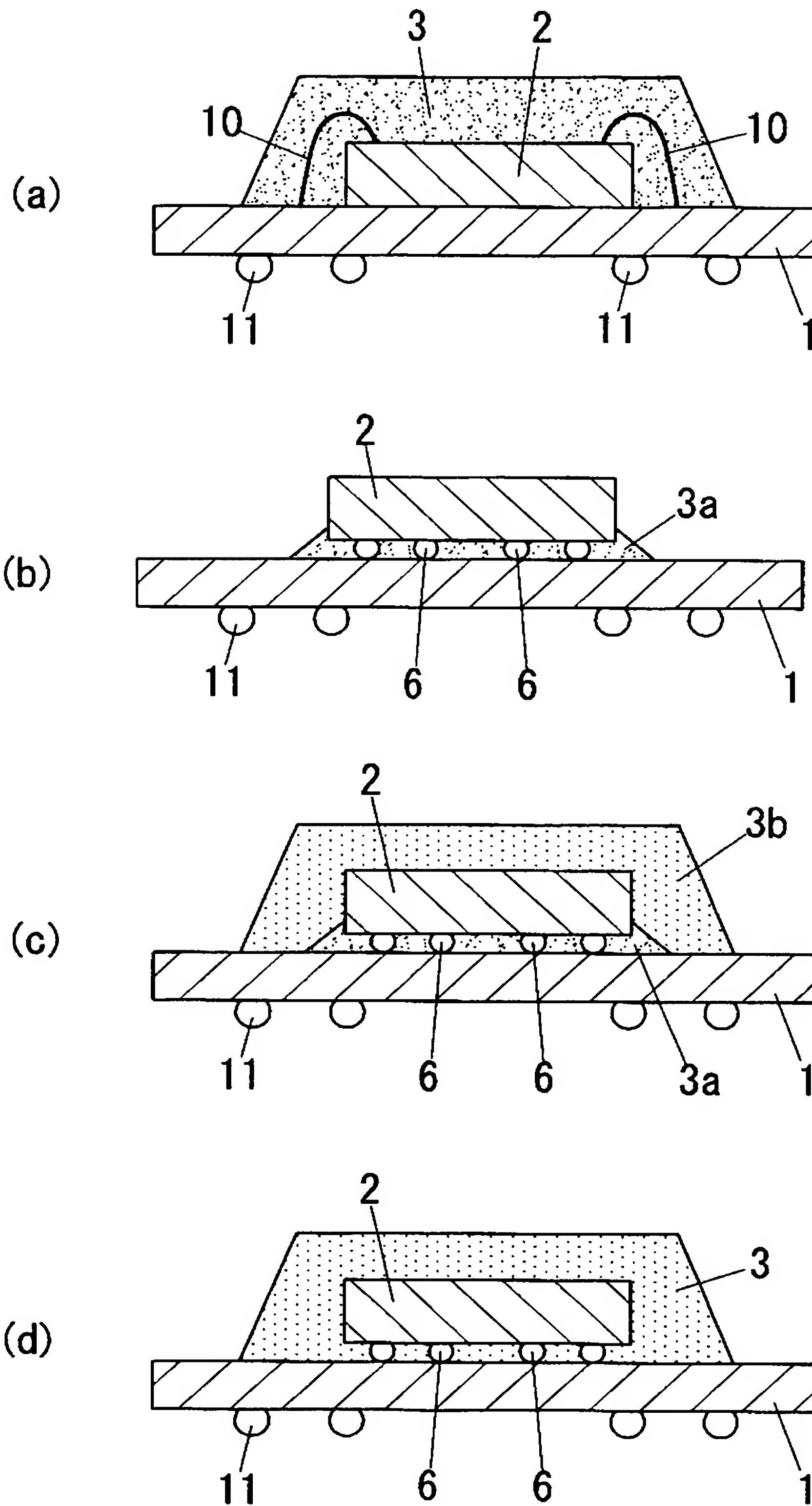
【図 5】



【図 6】



【図 7】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 耐半田性などの信頼性が高く、しかも熱放散性に優れた半導体装置を提供する。

【解決手段】 インターポーザー 1 上に半導体素子 2 をフェースダウンで配置すると共にフリップチップ接合して搭載した半導体装置に関する。半導体素子 2 のフリップチップ接合部と反対側の面にこの面より面積の大きい金属板 4 を接着し、半導体素子 2 のフリップチップ接合部の間隙と、半導体素子 2 のフリップチップ接合部及び金属板 4 との接着面以外の表面と、金属板 4 の半導体素子 2 との接着面以外の全表面とを、同一材料の封止樹脂 3 で封止する。半導体素子 2 を界面のない封止樹脂 3 で封止することができる。また半導体素子 2 の発熱は金属板 4 に伝熱され、金属板 4 の広い面積から封止樹脂 3 を通して放散される。

【選択図】 図 1

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 1 1 7 6 0 1
受付番号	5 0 3 0 0 6 7 1 5 3 8
書類名	特許願
担当官	鈴木 夏生 6 8 9 0
作成日	平成 1 5 年 4 月 2 4 日

## &lt; 認定情報・付加情報 &gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】	000005832
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地
【氏名又は名称】	松下電工株式会社

## 【特許出願人】

【識別番号】	390023582
【住所又は居所】	台湾新竹縣竹東鎮中興路四段 1 9 5 號
【氏名又は名称】	財団法人工業技術研究院

## 【代理人】

申請人

【識別番号】	100087767
【住所又は居所】	大阪市北区梅田 1 丁目 1 2 番 1 7 号 梅田第一生命ビル 5 階 北斗特許事務所
【氏名又は名称】	西川 恵清

## 【選任した代理人】

【識別番号】	100085604
【住所又は居所】	大阪市北区梅田 1 丁目 1 2 番 1 7 号 梅田第一生命ビル 5 階 北斗特許事務所
【氏名又は名称】	森 厚夫

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 1 7 6 0 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 5 8 3 2 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府門真市大字門真 1 0 4 8 番地

氏 名

松下電工株式会社

特願 2 0 0 3 - 1 1 7 6 0 1

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号 [ 5 9 1 0 6 6 0 6 3 ]

1. 変更年月日 1 9 9 1 年 1 0 月 7 日  
[変更理由] 識別番号の二重登録による抹消  
[統合先識別番号] 3 9 0 0 2 3 5 8 2  
住 所 台湾新竹縣竹東鎮中興路四段 1 9 5 號  
氏 名 財團法人工業技術研究院

特願 2 0 0 3 - 1 1 7 6 0 1

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 3 9 0 0 2 3 5 8 2 ]

1. 変更年月日            1 9 9 1 年 1 0 月    7 日  
[変更理由]            識別番号の二重登録による統合  
[統合元識別番号] 5 9 1 0 6 6 0 6 3  
住 所            台湾新竹縣竹東鎮中興路四段 1 9 5 號  
氏 名            財団法人工業技術研究院